

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-268505

(43) 公開日 平成4年(1992)9月24日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 B 5/30

識別記号

庁内整理番号

7724-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数29(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-295889

(22) 出願日 平成3年(1991)11月12日

(31) 優先権主張番号 6 1 3 1 9 1

(32) 優先日 1990年11月26日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000020

ザ ダウ ケミカル カンパニー

THE DOW CHEMICAL CO
MPANY

アメリカ合衆国, ミシガン 48640, ミツ

ドランド, アボット ロード, ダウ セン

ター 2030

(72) 発明者 ウオルター・ジェイ・シユレンク

アメリカ合衆国ミシガン州48640, ミドラ

ンド, テインバー・ドライブ 1307

(74) 代理人 弁理士 湯浅 恭三 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複屈折干渉偏光子

(57) 【要約】

【目的】 確立されている同時押出技術を用いて、容易に入手可能な物質から加工することができる複屈折干渉偏光子を提供する。偏光子はゼロに近い光吸収レベルを有し、かつ特定波長の光を偏光させ、反射させるが、他の波長の光は透過するように加工することができる。

【構成】 偏光子は、第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合を生じるように、十分に相違するそれぞれゼロでない応力光学係数を有する少なくとも第1および第2高分子物質の多重交互配向層を含んでいる。第1平面内の屈折率不整合は少なくとも0.03であるのが望ましい。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多重交互配向層を含む複屈折干渉偏光子において、第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる前記第1平面内の前記第1および第2高分子物質間の屈折率不整合を生じさせるために、少なくとも第1および第2高分子物質が十分に相違するそれぞれゼロでない応力光学係数を有することを特徴とする複屈折干渉偏光子。

【請求項2】 前記第1および第2高分子物質が、未配向時には実質的に等しい屈折率を有する請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項3】 前記配向した第1および第2高分子物質が前記平面の1つにおいて実質的に等しい屈折率を有する請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項4】 前記第1および第2高分子物質が一軸に配向されている請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項5】 前記第1高分子物質が正の応力光学係数を有し、前記第2高分子物質が負の応力光学係数を有する請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項6】 前記第1平面内の前記屈折率不整合が少なくとも0.03である請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項7】 各層の光学的厚さが0.09マイクロメートルないし0.70マイクロメートルである請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項8】 前記層が厚さを単調に増大して、層の厚さ勾配を生じさせる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項9】 前記第1高分子物質がポリカーボネート類およびポリエチレンテレフタレート類より成る群から選ばれる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項10】 前記第2高分子物質がポリスチレン、スチレンおよびアクリロニトリルのコポリマー、スチレンおよびメチルメタクリレートのコポリマー、ならびにポリエチレンナフタレートより成る群から選ばれる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項11】 前記第2高分子物質がシンジオタクチックポリスチレンである請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項12】 前記偏光子が表面に入射する光の一部を反射させ、偏光させるが前記入射光の残りは透過させる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項13】 前記偏光子が前記第1平面に入射する実質的にすべての光を反射させ、偏光させ、一方前記第2平面に入射する実質的にすべての光を透過させ、偏光させる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項14】 前記第1および第2高分子物質は、該高分子物質のそれぞれの屈折率、応力光学係数およびガラス転移温度を調節するためにコポリマーまたはポリマーの混和可能な配合物である請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項15】 着色剤が前記複屈折干渉偏光子の少なくとも1つの層に含有される請求項1の複屈折干渉偏光子。

子。

【請求項16】 前記着色剤が顔料および染料より成る群から選ばれる請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項17】 前記エラストマーの伸びの程度に応じて光の中の波長を可変的に偏光させることによって前記偏光子が同調可能である請求項1の複屈折干渉偏光子。

【請求項18】 それぞれゼロでない応力光学係数を有する少なくとも第1および第2高分子物質を同時押出して多重交互層とし、かつ該層を延伸して前記高分子物質を配向させて、第1平面に垂直な第2平面内の前記第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の屈折率不整合を生じさせる工程を含む複屈折干渉偏光子の製造方法。

【請求項19】 前記延伸工程を前記高分子物質のガラス転移温度を上回るが融点よりは低い温度で行なう請求項18の方法。

【請求項20】 前記第1および第2高分子物質が未配向時には実質的に等しい屈折率を有する請求項18の方法。

【請求項21】 前記配向された第1および第2高分子物質が前記平面の1つにおいて実質的に等しい屈折率を有する請求項18の方法。

【請求項22】 前記第1および第2高分子物質が一軸に配向される請求項18の方法。

【請求項23】 前記第1高分子物質が正の応力光学係数を有し、前記第2高分子物質が負の応力光学係数を有する請求項18の方法。

【請求項24】 配向面内の前記屈折率不整合が少なくとも0.03である請求項18の方法。

【請求項25】 各層の光学的厚さが0.09マイクロメートルないし0.70マイクロメートルである請求項18の方法。

【請求項26】 前記層が単調に厚さを増して、層の厚さ勾配を生じさせる請求項18の方法。

【請求項27】 前記第1高分子物質がポリカーボネート類およびポリエチレンテレフタレート類より成る群から選ばれる請求項18の方法。

【請求項28】 前記第2高分子物質が、ポリスチレン、スチレンおよびアクリロニトリルのコポリマー、スチレンおよびメチルメタクリレートのコポリマー、ならびにポリエチレンナフタレートより成る群から選ばれる請求項18の方法。

【請求項29】 前記第2高分子物質がシンジオタクチックポリスチレンである請求項18の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は多層複屈折干渉偏光子、より詳細には強め合う光学干渉によって光の中の選択された波長を偏光させるように設計することができる多層同時押出高分子装置に関する。

【0002】複屈折偏光子は概して技術的に公知であ

り、従来、光の中の選択された波長を偏光させ、フィルターするのに用いられている。たとえば、複屈折偏光子を、入射光中の特定の偏光させた狭い波長範囲を拒否（反射）させるが、入射光の残りは透過させ、他の光源からのグレアを減少させ、かつビームスプリッターとして作用させるのに使用することができる。

【0003】多くの天然の結晶質化合物が複屈折偏光子としての役割を果たしている。たとえば、方解石（炭酸カルシウム）の結晶は周知の複屈折性を有している。しかし、単結晶は高価な材料であって、特定用途に必要な所望の形状・構造に容易に成形することができない。たとえばMakasの米国特許第3,438,691号といった技術的に他のものが、等方性マトリックスポリマーに包含されるポリエチレンテレフタレートのような板状またはシート状の複屈折性ポリマーから複屈折偏光子を作り上げている。

【0004】多くの場合、Rogersらの米国特許第4,525,413号が教示するように、ポリマーを分子レベルで整列させるために、一軸延伸によってポリマーを配向させることができる。Rogersらによって高複屈折性ポリマーと等方性ポリマーとの屈折率不整合の大きな交互層を含む多層光学装置が提案されている。しかし、Rogersらの装置には高複屈折性ポリマー類の分子構造および電子密度分布との間に或る数学的関係を有する特定の高複屈折性ポリマーの使用が必要とされる。

【0005】従って、技術的に、既存の技術および容易に入手可能な物質を用いて容易に作ることができる複屈折干渉偏光子に対する要望は残っている。さらに、技術的に、光をほとんど吸収しない複屈折干渉偏光子に対する要望は依然として存在する。さらに、技術的に、必要に応じて特定の波長の光を偏光させるように加工が可能な複屈折偏光子に対する要望もある。

【0006】本発明は、確立されている同時押出技術を用いて、容易に入手可能な物質から加工することができる多層レートまたはフィルム状の複屈折干渉偏光子を提供することによって該要望を満足させる。本発明の偏光子は光吸収のレベルがゼロに近く、かつ特定波長の光は偏光させ、反射させるが、他の波長の光は透過させるように作ることができる。該偏光子は、また前記波長の透過光を偏光させるが、透過光の残りを偏光させずに残す。

【0007】本明細書で使用する偏光子、偏光（polarized light）、および偏波（polarization）という意味は、光線の横振動が別の平面では別の形をとる光の状態を指す。本明細書で用いる偏光は直交平面内の光の不等反射を含み、かつ光のただ偏光および円偏光のみならず平面偏光をも包含する。

「光」という語は可視スペクトルの光だけでなく紫外線および赤外線をも意味する。本明細書で、高分子物質の

配向面を論じる場合には、物質の偏光効果を規定するx方向および/またはy方向の一軸または二軸延伸による高分子物質の配向方向を指すつもりである。他の関係では、光が高分子物質の層に入るかまたは該層と衝突する面という意味は、特に断らなければ、層（すなわちz方向）の主面に垂直な面のことである。

【0008】本発明の1つの態様によれば、第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合を生ずるように、十分に相違するそれぞれゼロでない応力光学係数を有する少なくとも第1および第2高分子物質の多重交互配向層を含む複屈折干渉偏光子が提供される。

【0009】本発明の複屈折偏光子は、また、異なった高分子物質の3つ以上の交互層を含むことができる。たとえば、繰返し単位ABCBAの3層パターンは、B単位がAおよびC繰返し単位のコポリマーまたはAおよびC繰返し単位と混和可能な配合物である場合に使用することができる。ある場合には、B層は、本発明の光偏光特性に寄与するだけでなく、またA層とC層を結合させる接着層としての役割を果たすこともできる。

【0010】また、第3ポリマー層はABABAB繰返し本体の一方または両方の主外面の表層すなわち表皮層として、または内部層として存在することができる。表皮層は犠牲的なものであることができるか、または耐久的で耐スクラッチ性または耐候性保護層として働くことができる。さらに、該表皮層は同時押出の後で偏光子に適用することができる。たとえば、表皮層は、偏光子の表面を一樣にして光学的性質を改善し、耐スクラッチ性、耐薬品性および/または耐候性を付与するように働くと思われる吹付コーティングとして適用することができる。表皮層は、また、多層偏光子に積層させることもできる。容易に同時押出が可能でないポリマーの場合には積層法が望ましい。

【0011】本発明の1つの態様において、第1および第2高分子物質は未配向時には実質的に等しい屈折率を有している。該物質を延伸させると配向面に屈折率不整合が生じる。別の態様においては、第1および第2高分子物質は未配向時に屈折率が異なっている。延伸によって該ポリマーを配向させると、1つの平面内のそれぞれの屈折率間の不整合が減少し、一方他の平面内の不整合は持続されるかまたは増大する。偏光子は一軸または二軸に配向させることができる。

【0012】本発明の好ましい形態においては、第1高分子物質は正の応力光学係数を有し、一方、第2高分子物質は負の応力光学係数を有している。第1平面内の屈折率不整合は好ましくは少なくとも0.3で、もっとも好ましくは0.05以上である。

【0013】各高分子層の光学的厚さは0.09マイクロメートルないし0.70マイクロメートルが好まし

5

い。光学的厚さ (nd) は層の物理的厚さ (d) とその屈折率 (n) との積と定義される。本発明の好ましい形態においては、フィルムの厚さによって層は単調に厚さを増し、光の広範囲の波長を反射させ、偏光させる層の厚さ勾配を生じさせる。

【0014】2つの高分子物質は、該物質を配向させると、必要な屈折率不整合を与えるゼロでない応力光学係数を有する任意の数の種々のポリマーであることができる。ゼロでない応力光学係数とは、ポリマーが配向すると、ポリマーの屈折率が正かまたは負のいずれかの方向に変化することを意味する。応力光学係数がゼロの等方性物質は複屈折性を欠いている。

【0015】たとえば、第1高分子物質は、ビスフェノールA系ポリカーボネートのようなポリカーボネートまたはポリエチレンテレフタレートであることができ、両者のいずれも正の応力光学係数を有している。第2高分子物質は負の応力光学係数を有するポリスチレンであることができる。概して非品質のアタクチックポリスチレン類かまたはより結晶質のシンジオタクチックポリスチレン類が適当である。第2高分子物質として適当な他のポリマーには、スチレンおよびアクリロニトリルのコポリマー、スチレンおよびメチルメタクリレートのコポリマー、ならびにポリエチレンナフタレートがあり、いずれも負の応力光学係数を有している。

【0016】本発明の偏光子は表面に入射する光の一部を反射させ、偏光させるが残りの入射光は透過させる。加工により、波長の狭い範囲のみを透過させ、一方広い範囲の波長を反射させるか、またはその逆のように設計することができる。本発明の偏波器は、また装置の一平面に入射する実質的にすべての光を反射させ、偏光させ一方前記平面に垂直な平面に入射する実質的にすべての光を透過させるように設計することもできる。

【0017】本発明のある態様においては、複屈折偏光子の個々の層の1つ以上に染料または顔料のような着色剤を包含させることが好ましいであろう。これは、本体の一方または両方の外層すなわち表皮層に行うことができるか、もしくは、着色剤を偏光子中の1つ以上の内層に包含させることができる。顔料または染料の使用は、偏光子による光の中のある波長の選択吸収を可能にする。無顔料または無染料の多層フィルムは入射光中の特定偏光波長を反射させ、入射光の残りを透過させるけれども、顔料および染料は反射偏光のバンド幅および透過光の波長範囲をさらに制御するのに用いることができる。たとえば、複屈折偏光子の裏側に黒色層を同時押出することによってすべての透過光を吸収させることができる。さらに、選択された波長を吸収させることによって、反射偏光および透過光の波長バンドを狭くするのに染料を使用することができる。

【0018】選んだポリマーは屈折率不整合、それぞれの応力光学係数、およびガラス転移温度を調べる。層の

6

数、配向度、層の厚さ、および顔料または染料の使用はすべて特定最終用途に所望の特性を有する偏光子とるように調整（制御）することができる。このことはデザインのみならず偏光特性においても限定される従来技術の装置と対比される。

【0019】本発明の別の態様においては、同調可能な複屈折干渉偏光子が提供され、かつ該偏光子は第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2弾性材料間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の第1および第2弾性材料間の屈折率不整合を生じさせるために、十分に相違するそれぞれのゼロでない応力光学係数を有する第1および第2弾性材料の多重交互層を含んでいる。偏光子を形成する個々の層が弾性材料であるので、エラストマーの伸びの程度によって偏光子は光の中の波長を可変的に偏光させる。さらに、各層はエラストマーであるので、装置を緩和状態に戻すと偏光子は同調可能かつ可逆的になる。

【0020】本発明は、また多重層中にそれぞれゼロでない応力光学係数を有する少なくとも第1および第2高分子物質を同時押出する工程を含む複屈折干渉偏光子の製造方法をも提供する。高分子物質を配向させて、第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の屈折率不整合を生じさせるために、層を延伸させることができる。多くのポリマーの組合せはポリマー類のガラス転移温度を上回るが融点を下回る温度で延伸させることができるけれども、二三のポリマーの組合せは「冷延伸」が可能、すなわち1つ以上のポリマーをそのガラス転移温度を下回る温度で延伸させることができる。

【0021】本発明の1つの態様においては、未配向の場合には第1および第2高分子物質が実質的に等しい屈折率を有し、配向させると、1つの平面内に屈折率不整合が生じる。別の態様においては、配向させると、第1および第2高分子物質は第1および第2平面の中の1つでは実質的に等しい屈折率を有するが、他の平面では屈折率不整合がある。高分子物質の配向は一軸または二軸であることができる。第1平面内の屈折率不整合は好ましくは少なくとも約0.03で、もっとも好ましくは少なくとも0.05以上であり、かつ各層の光学的厚さは0.09マイクロメートルないし0.70マイクロメートルである。1つの態様においては、フィルムの厚さによって層は単調に厚さを増して広範囲の波長を反射させる偏光子を与える。本発明の好ましい形態においては、第1高分子物質は正の応力光学係数を有し、第2高分子物質は負の応力光学係数を有している。

【0022】このように、本発明の目的は、確立されている同時押出技術を用いて、容易に入手可能な物質から、光吸収のレベルをゼロに近くすることを含むようにつくることができ、かつ特定波長の光を反射させ、偏光させるが、他の波長の光は透過させるようにつくこと

7

ができる複屈折干渉偏光子およびその製造方法を提供することである。本発明の前記および他の目的ならびに利点は以下の詳細な説明、付図および添付クレームから明らかとなろう。

【0023】本発明は、光の中の選択された波長を偏光させるように装置を適合させる能力を含む多くの望ましい性質を有する多層フィルム状の改良光学干渉偏光子を提供する。本発明に含まれる基本的な光学原理は、異なる屈折率を有する薄いフィルム層による光の反射に関するものである。該原理は個々の層の厚さのみならず屈折率に及ぼす物質の影響の依存性を示すものである。たとえば、Radfordらの「Reflectivity of Iridescent Coextruded Multilayered Plastic Films」, 13 Polymer Engineering and Science 216 (1973) を参照されたい。

【0024】文献では、薄いフィルムとは厚さ(d)が約0.5マイクロメートル未満か、または光学的厚さ(nd) (式中、nは物質の屈折率) が約0.7マイクロメートル未満であるものと言われる(Vasicek, Optics of Thin Films (1960) 100頁および139頁)。

【0025】電磁スペクトル中の可視光、紫外光、または赤外光部分の強烈な反射光を生じさせるために光の強め合う光学干渉に依存する干渉フィルムが先行技術に記載されている。たとえば、Alfrey, Jr. らの米国特許第3,711,176号を参照されたい。該干渉フィルムは次式に従って作用する。

【0026】

【数1】

【0027】 $\lambda_n = (2/m) (N_1 D_1 + N_2 D_2)$

式中、 λ_n はナノメートル単位の反射波長、 N_1 および N_2 は交互ポリマーの屈折率、 D_1 および D_2 はナノメートル単位のそれぞれのポリマー層の厚さ、かつ m は反射次数 ($m=1, 2, 3, 4, 5$) である。これはフィルム表面に垂直に入射する光の式である。他の入射角の場合には、技術的に公知のように角度を考慮に入れるように式を修正する。本発明の偏光子はあらゆる角度の入射光に対して動作可能である。それぞれの式の解は周囲の領域に対して強烈な反射が期待される波長を決定する。反射の強度は下記「f比」の関数である。

【0028】

【数2】

$$f = \frac{N_1 D_1}{N_1 D_1 + N_2 D_2}$$

【0029】f比を適当に選ぶことにより、種々の高次の反射の反射強度に対してある程度の支配力を行使することができる。たとえば、青紫色(波長約0.38μ)

8

ないし赤色(波長約0.68μ)の一次可視光反射は0.075ないし0.25マイクロメートルの光学的厚さの層を用いて得ることができる。

【0030】しかし、先行技術の薄層干渉フィルムから反射した光は偏光しない。本発明の交互高分子層から反射した光は主にフィルムの複屈折性によって偏光する。このように、好適な形態においては、本発明の複屈折干渉偏光子は、第1平面に垂直な第2平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合とは異なる第1平面内の第1および第2高分子物質間の屈折率不整合を生成させるために十分に相違するそれぞれゼロでない応力光学係数を有する少なくとも第1および第2高分子物質の多重交互配向層を含んでいる。この屈折率不整合は好ましくは少なくとも約0.03で、もっとも好ましくは少なくとも0.05以上である。この構成は、第1平面、たとえば配向面内に光学干渉、および該平面に垂直な第2平面内にゼロに近い光学干渉を有する偏光子をもたらす。

【0031】各高分子層の光学的厚さは0.09ないし0.70マイクロメートルの範囲にあるのが好ましい。本発明の実施に用いるのに適当なポリマーには、ポリマーを配向させると、少なくとも1つの平面内で必要な屈折率不整合を与える応力光学係数を有する概して透明な熱可塑性ポリマーがある。さらに、加工の立場からはポリマーが同時押出に適合性のあることが望ましい。

【0032】適当なポリマー対の1例はポリカーボネートおよびポリスチレンである。シンジオタクチックポリスチレンが特に適切と思われる。ポリカーボネートは正の応力光学係数を有するが、ポリスチレンは負の応力光学係数を有している。両者とも屈折率(未配向時)は約1.6である。本発明に用いるのに適当な他の概して透明な熱可塑性ポリマーには、1990年6月26日発光の「Elastomeric Optical Interference Films」という名称の本願出願人の米国特許第4,937,134号に記載されているようなエラストマーがある。

【0033】さらに、ポリエチレン2,6ナフタレート、1,4-シクロヘキサジメチレンテレフタレート系のコポリマー(PCTG)、およびグルタリイミドおよびメチルメタクリレートのコポリマー(KAMAX樹脂, Rohm & Haas社から販売)のような他のポリマーおよびコポリマーが本発明の実施に有用である。さらに、偏光子中に用いられる層の屈折率、応力光学係数およびガラス転移温度を調整するためにポリマーの混和可能な配合物を使用することができる。本発明の実施に使用できる他の典型的な熱可塑性樹脂には、これに限定されるものではないが、代表的な屈折率とともに記すと、ペルフルオロアルコキシ樹脂(屈折率=1.35)、ポリテトラフルオロエチレン(1.35)、フッ素化エチレン-プロピレンコポリマー(1.34)、シ

リコーン樹脂 (1. 41)、フッ化ポリビニリデン (1. 42)、ポリクロロトリフルオロエチレン (1. 42)、エポキシ樹脂 (1. 45)、ポリ (ブチルアクリレート) (1. 46)、ポリ (4-メチルペンテン-1) (1. 46)、ポリ (酢酸ビニル) (1. 47)、エチルセルロース (1. 47)、ポリホルムアルデヒド (1. 48)、ポリイソブチルメタクリレート (1. 48)、ポリメチルアクリレート (1. 48)、ポリプロピルメタクリレート (1. 48)、ポリエチルメタクリレート (1. 48)、ポリエーテルブロックアミド (1. 49)、ポリメチルメタクリレート (1. 49)、セルロースアセテート (1. 49)、セルロースプロピオネート (1. 49)、セルロースアセテートブチレート (1. 49)、セルロースニトレート (1. 49)、ポリビニルブチラル (1. 49)、ポリプロピレン (1. 49)、ポリブチレン (1. 50)、イオノマー樹脂、たとえばサーリン (商標) (1. 51)、低密度ポリエチレン (1. 51)、ポリアクリロニトリル (1. 51)、ポリイソブチレン (1. 51)、熱可塑性ポリエステル類たとえば Ecdel (商標) (1. 52)、天然ゴム (1. 52)、ペルブナン (1. 52)、ポリブタジエン (1. 52)、ナイロン (1. 53)、ポリアクリルイミド類 (1. 53)、ポリ (ビニルクロロアセテート) (1. 54)、ポリ塩化ビニル (1. 54)、高密度ポリエチレン (1. 54)、メチルメタクリレートおよびスチレンのコポリマー (1. 54)、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン透明ターポリマー (1. 54)、アリルジグリコール樹脂 (1. 55)、ポリビニリデンクロリドおよびポリビニルクロリドの配合物たとえばサラン樹脂 (商標) (1. 55)、ポリアルファメチルスチレン (1. 56)、スチレン-ブタジエンラテックス、たとえば Dow 512-K (商標) (1. 56)、ポリウレタン (1. 56)、ネオプレン (1. 56)、スチレンおよびアクリロニトリルのコポリマーたとえば Tyrl 樹脂 (商標) (1. 57)、スチレンおよびブタジエンのコポリマー (1. 57)、他の熱可塑性ポリエステル類たとえばポリエチレンテレフタレートおよびポリエチレンテレフタレートグリコール (1. 60)、ポリイミド (1. 61)、ポリビニリデンクロリド (1. 61)、ポリジクロロスチレン (1. 62)、ポリスルホン (1. 63)、ポリエーテルスルホン (1. 65)、およびポリエーテルイミド (1. 66) がある。

【0034】コポリマーおよび前記ポリマーの混和可能な配合物も本発明の実施に用いることができる。該コポリマーおよび配合物は最適の偏光効果を与えるように適合させることができる極めてさまざまな種々の屈折率を与えるのに使用することができる。さらに、コポリマーおよびポリマーの混和可能な配合物の使用は同時押出および配向中交互層の加工性を高めるのに用いることがで

きる。さらに、コポリマーおよび混和可能な配合物の使用はポリマーの応力光学係数およびガラス転移温度の調整を可能にする。

【0035】本発明による多層複屈折干渉偏光フィルムは、米国特許第3, 773, 882号および同第3, 884, 606号に記載されているような多層同時押出装置を用いて調製するのがもっとも好都合である。該装置は、いずれも実質的に均一の層厚さを有する多層同時押出熱可塑性物質を調製する方法を与える。好ましくは、米国特許第3, 759, 647号に記載されているような一連の層多層化手段を使用することができる。

【0036】同時押出装置のフィードブロックは加熱可塑性押出機のような源からの種々の熱可塑性高分子物質流を受け入れる。樹脂状物質流はフィードブロック内の機械操作区画 (mechanical manipulating section) に送られる。この区画は当初の流を、最終本体に必要とされる層の数を有する多層流に再配列させるのに役立つ。場合により、この多層流は、最終本体中の層の数をさらに増すために、ことによると次に一連の層多層化手段に通されるかもしれない。

【0037】次に多層流は、層流が保持されるように作られ、配列されている押出ダイに移送される。該押出装置は米国特許第3, 557, 265号に記載されている。得られた生成物を押出して、各層が隣接層の面に概ね平行な多層本体を形成させる。

【0038】押出ダイの構造は変えることができ、かつ各層の厚さおよび寸法を低減させるようなものであることができる。機械式配向区画から送出される層の正確な厚さの減少度、ダイの構造、および押出後本体の機械的活動量はすべて最終本体中の個々の層の厚さに影響を及ぼす要因である。

【0039】同時押出、および層多重化の後に、得られた多層フィルムを、ポリマーのそれぞれのガラス転移温度を上回るがポリマーのそれぞれの融点を下回る温度で、一軸かまたは二軸に延伸させる。もしくは、多層フィルムを、フィルム中の少なくとも1つのポリマーのガラス転移温度に達しない温度で冷延伸・緊張させることができる。このことはポリマーに配向を生じさせ、ポリマー間の応力光学係数および/または屈折率の相違による偏光子の少なくとも1つの平面内の屈折率不整合を生じさせる。

【0040】偏光子の少なくとも1つの平面内の屈折率不整合にもとづく強めあう光学干渉によって光の中の選択された波長の偏光が得られる。必要に応じて異なる波長を偏光させるように偏光子をつくることができる。屈折率不整合、フィルム内の相対的な層の厚さ、およびフィルムに誘起された配向の量の制御がどの波長を偏光させるかを決定する。他の干渉フィルムと同様に、光の中の偏光させる波長は偏光子表面に対して入ってくる光の

入射角にもよる。

【0041】本発明の複屈折干渉偏光子は、表面に入射する光の一部分を反射させ、偏光させるが、入射光の残りは透過させる。偏光子によって光は実質的に全く吸収されない。加工中、交互ポリマー層の層の厚さを、偏光子がごく狭い範囲の波長のみを透過させるが広範囲の波長は反射させ、偏光させるように制御することができる。たとえば、多層フィルム中の層を、フィルムの厚さによって層の厚さが単調に増加して層の厚さ勾配を生じさせるように配列させることができる。このことによ

って幅広いバンド幅の反射性能が偏光子に付与される。該偏光子はごく狭い範囲の波長のみを透過させるバンドパスフィルターとして用いることができる。もしくは、ごく狭い波長範囲のみ偏光させ、反射させるが、入射光の残りの部分に対しては透過性を保っているようにフィルムをつくることができる。光源として白光を使用する場合には、本発明の偏光子は、層の光学的厚さによって1つの平面内の特定波長の偏光を反射させるが、残りの光は透過させる。

【0042】本発明の偏光子の最終用途の1つは、「ヘッド・アップ」表示が投影される航空機または車輛の風防ガラスを取付けることである。偏光子は航空機もしくは車輛外部からグレア成分、または投影されるヘッド・アップ画像と同じ角度を有する航空機もしくは車輛自体の中からのグレア成分を減少させる。本発明の採用は入射光の少なくとも若干を吸収する通常の偏光子を用いた場合に可能と思われる以上に他の入射光の著しい透過をもたらす。本発明の偏光子の別の用途はビームスプリッターとしての用途である。

【0043】本発明をさらによく理解させるために、下記の実施例について述べるが、これは本発明を説明するためのものであって、その範囲を限定しようとするものではない。

【0044】実施例1

概ね米国特許第3,773,882号および同第3,759,647号に記載されているような装置を用いて、複屈折干渉偏光フィルムのシートを調製した。該シートは厚さが約0.008cm(0.003インチ)で、ポリカーボネート(Calibre 300-15, Dow Chemical Companyの商標)およびポリスチレン(Styron 685D, Dow Che

mical Companyの商標)の385交互層(ABABAB)を有していた。

【0045】該フィルムの2.54cm(1インチ)×2.54cm(1インチ)×0.008cm(0.003インチ)の試料を160℃(両ポリマーのガラス転移温度を上回る温度)および448N/cm²(650lb²/in²)で、初めの長さ2.54cm(1インチ)から最終長さ7.6cm(3インチ)に一軸後延伸させ、次いで水で急冷してポリマーを配向させた。最終試料の厚さは平均0.004cm(0.0015インチ)で、試料の最小幅は1.27cm(0.50インチ)であった。

【0046】後延伸条件は、最終の層の平均の厚さがポリカーボネート層は856.8オングストロームで、ポリスチレン層は873.1オングストロームになるように制御した。これらの層の厚さは、可視スペクトルの中間の光($\lambda=5500$ オングストローム)を偏光させる偏光フィルムにf比(前記)が0.5となるように計算した。

【0047】両方のポリマーは未配向状態では屈折率の測定値が約1.6であった。しかし、ポリカーボネートを測定すると約+5,000ブルースターという正の応力光学係数を示し、一方ポリスチレンを測定すると約-5,000ブルースターという負の応力光学係数を示した。後延伸の場合は配向面内の両ポリマーの屈折率不整合が0.03となるように制御した。

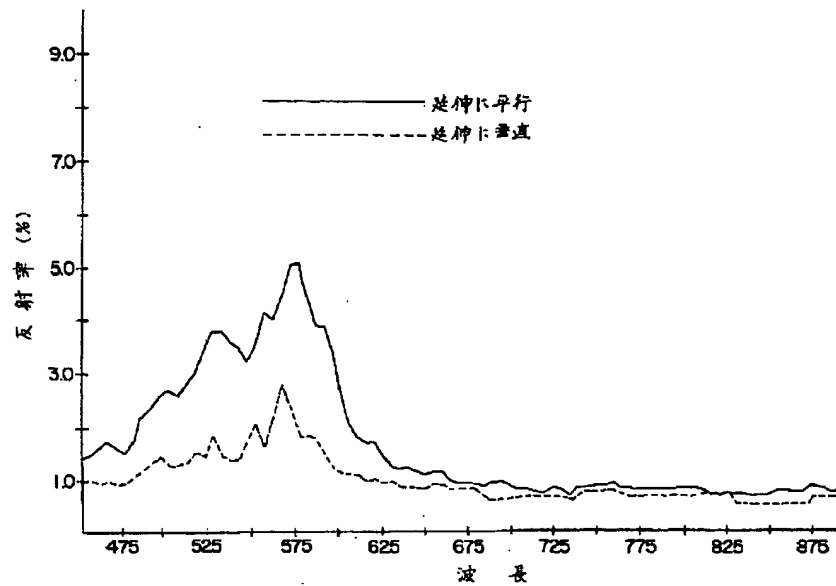
【0048】フィルムが偏光子として働らくかどうかを試みるために、2枚の385層フィルムを積層した後に、一軸延伸して、フィルム中のポリマーを配向させた。一軸延伸と平行な面および一軸延伸面に垂直な面に沿い一定波長で反射率を測定した。図1のグラフからわかるように、広範囲の波長にわたる平行面と垂直面との屈折率の差はフィルムが光を偏光させるように作用していることを示す。

【0049】本発明を具体的に示すために、ある代表的な態様および細部を示したけれども、添付クレームに定められる本発明の範囲から逸脱せずに、本明細書に開示する方法および装置に種々の変更を行うことは当業者には明かであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によって作った多層光学干渉偏光子の反射率対光の波長のグラフである。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・エイ・ウイトレイ
アメリカ合衆国ミシガン州48640, ミドランド,
イースト・ブレイリー・ロード
1053

(72)発明者 ビクター・エス・チャン
アメリカ合衆国メリーランド州21043, エ
リコット・シティ, イーグル・コート
9613

(11) Patent Kokai [laid-open] Publication Number: Tokkai Hei 4 [1992]-268505

(12) PATENT KOKAI PUBLICATION (A)

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(21) Patent Application Number: Hei 3 [1991]-295889

(22) Patent Application Date: Heisei 3 (1991) November 12

(43) Patent Kokai Publication Date: Heisei 4 (1992) September 24

(51) Int. Cl.⁵ ID Codes Interagency Reference Number FI
G 02 B 5/30 7724-2K

Examination Request: Not Requested

Number of Claims 29 (total 8 pages [in Japanese original])

(71) Applicant 590000020
THE DOW CHEMICAL COMPANY
2030 Dow Center, Abbot Road, Midland,
Michigan, USA 48640

(72) Inventor
Water J. SCHRENK [transliteration]
1307 Timber Drive, Midland, Michigan, USA 48640

(72) Inventor
John A. WEATLEY [transliteration]
1053 East Prairie Road, Midland
Michigan, USA 48640

(72) Inventor
Victor S. CHANG [transliteration]
9613 Eagle Court, Ellicott City, Maryland
USA 21043

(74) Agent
Kyozo YUASA, patent agent (includes 6 others)

[Amendments: There are no amendments attached to this patent. Translator's note]

[Note: All names, addresses, company names, and brand names are translated in the most common manner. Japanese language does not have singular or plural words unless otherwise specified with numeral prefix or general form of plurality suffix. Translator's note]

(54) [TITLE OF THE INVENTION]
BIREFRINGENT INTERFERENCE POLARIZER
[Fukusetsu kanshoo henkoushi]

(57) [ABSTRACT]
[PURPOSE]

It offers birefringent interference polarizer that can be processed from a substance that is readily attainable by using an already established simultaneous extrusion [note: the term simultaneous extrusion may be also translated as a co-extrusion, and translator opted to use this term of simultaneous extrusion as it is stated in Kanji character. translator's note] technology. Polarizer has close to zero optical absorption level, and it is possible to process in such way that although it polarizes lights with specific wavelength to reflect, lights with other wavelength are transmitted.

[CONSTITUTION]

Polarizer includes multiple alternately oriented layers of at the least first and second polymer substances including stress-optic coefficients that are sufficiently different and each not being zero to initiate a non-matching refractive-index between first and second polymer substances within the first plane varying from non-matching refractive index between first and second polymer substances in the second plane that is perpendicular to the first plane. It is preferable when non-matching refractive index within the first plane is at the least 0.03.

[CLAIMS]

[CLAIM ITEM 1]

According to a birefringent interference polarizer that includes multiple alternately oriented layers, the birefringent interference polarizer is characterized by the fact that has stress-optic coefficient of at the least first and second polymer substances that are sufficiently different and each not being zero in order to initiate non-matching refractive-index between said first and second polymer substances within first plane varying from non-matching refractive-index between first and second polymer substances within the second plane that is perpendicular to the first plane.

[CLAIM ITEM 2]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said first and second polymer substances showing substantially the same refractive-index at the time when they are not oriented.

[CLAIM ITEM 3]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said oriented first and second polymer substances being substantially the same on one of said planes.

[CLAIM ITEM 4]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said first and second polymer substances are uniaxially oriented.

[CLAIM ITEM 5]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said first polymer substance has positive stress-optic coefficient while said second polymer substance has negative stress-optic coefficient.

[CLAIM ITEM 6]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said non-matching refractive-index within said first plane is at the least 0.03.

[CLAIM ITEM 7]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein optical thickness of each layer is 0.09 micrometer or 0.70 micrometer.

[CLAIM ITEM 8]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said layers increase their thickness in monotonous manner to form thickness gradation of the layers.

[CLAIM ITEM 9]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said first polymer substance is selected from a group comprising polycarbonates and polyethylene terephthalates.

[CLAIM ITEM 10]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said second polymer substance is selected from a group comprising styrene, copolymer of styrene and acrylonitrile, copolymer of styrene and methyl methacrylate, and polyethylene naphthalate.

[CLAIM ITEM 11]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said second polymer substance is syndiotactic polystyrene.

[CLAIM ITEM 12]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said polarizer reflects parts of lights that enter a surface to polarize and transmit remaining of said incidental lights.

[CLAIM ITEM 13]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said polarizer reflects substantially all the lights entering said first plane to polarize while on one hand, transmits substantially all lights that enter said second plane to polarize.

[CLAIM ITEM 14]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said first and second polymer substances are the compound of copolymer or polymer that can be mixed in order to adjust refractive index, stress-optic coefficient, and glass transition temperature of said each polymer substance.

[CLAIM ITEM 15]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein coloring agent is included in at the least one layer of said birefringent interference polarizer.

[CLAIM ITEM 16]

The birefringent interference polarizer that is in accordance with the claim item 1, wherein said coloring agent is selected from a group comprising pigment and dye.

[CLAIM ITEM 17]

The birefringent interference polarizer in accordance with the claim item 1, wherein said polarizer can be tuned by polarizing wavelength in the lights is variable in accordance with the level of elongation of said elastomer. [Note: Although original documents states as said elastomer, no mentioning of the term elastomer is found in claim items 1 through 16. Translator's note]

[CLAIM ITEM 18]

Manufacturing method of birefringent interference polarizer includes a process to form multiple and alternate layers through a simultaneous extrusion of at the least first and second polymer substances showing such stress-optic coefficient that is not each being zero, and said layers are drawn to orient to form non-matching refractive-index within first plane that is different from the non-matching refractive index between said first and second polymer substance within second plane that is perpendicular to first plane.

[CLAIM ITEM 19]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said drawing process is conducted at temperature that is higher than glass transition temperature of said polymer substances but lower than melt temperature.

[CLAIM ITEM 20]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said first and second polymer substances show substantially the same refractive-index at the time when they are not oriented.

[CLAIM ITEM 21]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said oriented first and second polymer substances show substantially the same refractive index on one of said planes.

[CLAIM ITEM 22]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said first and second polymer substances are uniaxially oriented.

[CLAIM ITEM 23]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said first polymer substance shows positive stress-optic coefficient while said second polymer substance shows negative stress-optic coefficient.

[CLAIM ITEM 24]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said non-matching refractive index within said orientation plane is at the least 0.03.

[CLAIM ITEM 25]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein the optical thickness of each layer being 0.09 micrometer or 0.70 micrometer.

[CLAIM ITEM 26]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said layers increase thickness in monotonous manner to form gradation of thickness of the layers.

[CLAIM ITEM 27]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said first polymer substance is selected from a group comprising polycarbonates and polyethylene terephthalates.

[CLAIM ITEM 28]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said second polymer substance is selected from a group comprising polystyrene, copolymer of styrene and acrylonitrile, copolymer of styrene and methyl methacrylate, and polyethylene naphthalate.

[CLAIM ITEM 29]

The method that is in accordance with the claim item 18, wherein said second polymer substance is syndiotactic polystyrene.

[DETAILED EXPLANATION OF THE INVENTION]

[0001]

This invention relates to a multiple layer birefringent interference polarizer, and in further detail, it relates to a device that extrudes multiple layers of polymers simultaneously that is capable of designing to polarize wavelength selected among lights by mutually intensifying optical interference.

[0002]

Technology of birefringent polarizers is generally known; and they may be used to polarize selected wavelength in lights for purpose of filtration. For instance, birefringent polarizer may be used to deny (reflect) specifically polarized narrow wavelength range of lights while transmitting remaining incidental lights to reduce glare from other light source, and it may be used to function as a beam splitter.

[0003]

Many natural crystalline compounds serve functions of birefringent polarizer. For instance, crystal of calcite (calcium carbonate) shows already known birefringence. However, single crystals are expensive materials, and they cannot be molded easily into prescribed shape and structure required for specific application. For instance, the substance that is technically different and is referred to in the US patent 3,438,691 publication by Makas is used to prepare birefringent polarizer from either panel-form or sheet-form birefringent polymers such as polyethylene terephthalate included in isotropic matrix polymer.

[0004]

As taught in the US patent 4,525,413 publication by Rogers et al., polymers may be oriented through a uniaxial drawing in many cases to line up such polymers at molecular level. Rogers et al. suggests multiple layer optical devices that include alternate layers with a large non-matching refractive index against highly refractive polymer and isotropic polymer. However, according to the device by Rogers et al., it makes it necessary to use specific highly birefringent polymers having mathematical relationship between molecular structure and electron density distribution of highly refractive polymers.

[0005]

And therefore, demand remains toward birefringent interference polarizer that is capable of easy formation by using existing technologies and easily attainable substance. In addition, demand still remains toward birefringent interference polarizer that does not technically absorb hardly any lights. Furthermore, there has been also a demand toward birefringent polarizer that is technically capable of polarizing the lights of specific wavelength as needed.

[0006]

This invention satisfies said requirements by offering either multiple layer rate [Note; although original document states rate, it may be a misprint of sheet. Translator's note] or film form that can be processed from easily attainable substance. This invention's polarizer shows level of light absorption that is close to zero, and in addition, polarizes lights of specific wavelength to reflect while transmitting lights with other wavelength. Although said polarizer can polarize transmitted light of said wavelength, it leaves remaining transmitted lights as not polarized.

[0007]

The meaning of terms polarizer, polarized light, and polarization [note: although the term polarizer is stated in English in the original document, Japanese term refers to polarized wave, may be a misprint, translator's note] that are used in this specification indicate state of lights in which transverse oscillation of light axis takes different shape on different plane. The term polarized light that is used in this specification includes unequal reflection of lights within orthogonal plane, and also includes not only elliptically polarized light and circularly polarized light but also plane polarized light.

The term "lights" mean not only lights of visible spectrum but also UV rays as well as infrared rays. When discussing an orientational plane of polymer substance in this specification, it is intended to indicate orientation direction of the polymer substance, by uniaxial or biaxial drawing in x direction and/or y direction that specifies polarization effect of the substance. When it is based on other relationship, the meaning of lights entering the layer of polymer substance or the plane that collides against said layer indicates the plane that is perpendicular to the main plane of the layer (that is to say, in z direction) unless it is specified as otherwise.

[0008]

According to one format of this invention, it offers birefringent interference polarizer that includes multiple and alternately oriented layers of at the least first and second polymer substances having stress-optic coefficients that are sufficiently different and each not being zero so to initiate non-matching refractive index between first and second polymer substances within the first plane that is different from the non-matching refractive index between first and second polymer substances within second plane that is perpendicular to the first plane.

[0009]

This invention's birefringent polarizer can also include alternate layers of more than three polymer substances. For instance, according to the three layer pattern of ABCBA repeat units, it can be used in such case that B unit being a compound that can be mixed with copolymer of A and C repeat units, or A and C repeat units. In some cases, B layer may not only contribute toward characteristics of this invention's light polarization but also, may serve a function as an adhesive layer that bonds A layer and C layer.

[0010]

In addition, third polymer layer can be made present as a front surface ,that is to say, a front film layer of either one or both main outer layer of the main body of repeated BABAB, or as an internal layer. The front film layer can be of a sacrificial layer or can work as a protective layer showing anti-scratch property or weatherability with its durability. Furthermore, said front film layer may be used for the polarizer after simultaneous extrusion. For instance, front film layer may be formed by spray coating to provide improved optical properties by smoothing the surface of polarizer to provide anti-scratch property, chemical resistance and/or weatherability. This surface film layer can be also laminated on multiple layer polarizer. Lamination method is preferable in a case of polymers that cannot be easily extruded simultaneously.

[0011]

According to one format of this invention, first and second polymer substances show substantially equal refractive index at the time when they are not oriented. When said substances are drawn, non-matching refractive index occurs on the oriented plane. According to another format, level of non-matching between each refractive index within one plane reduces, and on the one hand, non-matching property is maintained or becomes increased in the other plane. It is possible to orient polarizer either uniaxially or biaxially.

[0012]

According to this invention's preferred format, first polymer substance shows positive stress optic coefficient, and on the one hand, second polymer substance show negative stress optic coefficient. The non-matching refractive index within the first plane is preferable when it is at the least 0.3, and most preferably, 0.05 or higher.

[0013]

Optical thickness of each polymer layer is preferable when it is 0.09 micrometer or 0.70 micrometer. The optical thickness (nd) is defined as the product of physical thickness (d) of the layer and that refractive index (n). According to preferred format of this invention, layers show a monotonous increase in accordance with the thickness of films to reflect wavelength of broad range of lights to form a gradation of layer thickness that is polarized.

[0014]

Regarding the two polymer substances, they can be of any optional number of various polymers that show stress optic coefficient not being zero and provides necessary non-matching refractive-index when said substances are oriented. The term stress optic coefficient not being zero indicates refractive index of the polymer to change either in positive or negative direction when polymers are oriented. The isotropic substance that shows zero stress optic coefficient lacks birefringence.

[0015]

For instance, the first polymer substance may be polycarbonate such as bisphenol A group polycarbonate, or polyethylene terephthalate; and both show positive stress optic coefficient. Second polymer component may be polystyrene that shows negative stress optic coefficient. In general, non-quality [note: although the original document states non-quality, it may be a misprint of non-crystalline, translator's note] atactic polystyrenes or further crystalline syndiotactic polystyrenes are considered as appropriate. As other polymers appropriate for second polymer substance, copolymer of styrene and acrylonitrile, copolymer of styrene and methyl methacrylate, and polyethylene naphthalene may be mentioned; and all show negative stress-optic coefficient.

[0016]

This invention's polarizer reflects part of lights that enter to surface to polarize while allowing remaining incidental lights to be transmitted. It is possible to design to transmit only the wavelength of narrow range or on the one hand to reflect wavelength of broad range, or its reversal through some crafting. According to this invention's polarization device/machine, it is possible to design to reflect substantially all lights that enter on one plane to polarize, and on the one hand, to transmit substantially all lights that enter the plane that is perpendicular to said plane as well.

[0017]

According to certain format of this invention, it would be preferable when coloring agent such as dye or pigment is included in 1 or more individual layers of birefringent polarizer. Said inclusion may be conducted in one or both outer layers, that is to say, surface film layer of the main body, or coloring agent may be included in one or more internal layers of the polarizer. Use of pigment or dye allows selective absorption of wavelength in the lights by the polarizer. It is possible to set the multiple layer film with no pigments or no dyes in such manner that although they are capable of reflecting the specific polarizing wavelength in incidental lights and transmitting the remaining incidental lights, pigment and dye can be used to further control the band width of reflection and polarization and wavelength range of transmitted lights. For instance, it is possible to allow all the transmitted lights to be absorbed through a simultaneous extrusion of black layer at back side of the birefringent polarizer. In addition, they can be used to narrow the wavelength length band of reflected and polarized lights or transmitted lights through absorption of selective wavelength.

[0018]

Thus selected polymers are studied for their each non-matching refractive index, stress optic coefficient, and glass transition temperature. It is possible to adjust (control) all factors such as number of layers, degree of orientation, thickness of layers, and use of pigment or dye to form a polarizer showing prescribed characteristics for specific final applications. This may be in contrast to the device of prior art with limited designs as well as polarization characteristics.

[0019]

According to this invention's another format, it offers birefringent interference polarizer capable of tuning, and said polarizer includes multiple and alternate layers of first and second elastic materials showing sufficiently difference but not zero stress optic coefficient in order to form non-matching refractive index between first and second elastic materials within the first plane that varies from the non-matching refractive-index of first and second elastic materials within the second plane that is perpendicular to the first plane. Because each and individual layer that forms polarizer is of an elastic material, polarizer polarizes wavelength in the lights in variable manner with degree of stretch of the elastomer. In addition, as each layer is of an elastomer, when a device is returned to a relaxation state, polarizer become tunable as well as reversible.

[0020]

This invention also offers manufacturing method of birefringent interference polarizer that includes simultaneous extrusion of at the least first and second polymer substances showing stress optic coefficient each not being zero in the multiple layers. Layers may be drawn to form non-matching refractive index within first plane that is different from the non-matching refractive index between first and second polymer substances within second plane that is perpendicular to the first plane through orientation of the polymers. Although many combinations of polymers allow drawing at such temperature that is higher than glass transition temperature of polymers and lower than melt point, combination of 2 or 3 polymers allows "cold drawing", in other words, drawing can be done on one or more polymers at the temperature lower than its glass transition temperature.

[0021]

According to one format of this invention, first and second polymer substances show substantially equal refractive index when they are in non-drawn state, and show non-matching refractive index within one plane when they are oriented. According to another format, although first and second polymer substances may show substantially equal refractive index within one of first and second planes through orientation, non-matching refractive index is displayed in other plane. Orientation of polymer substances may be done either uniaxially or biaxially. Non-matching refractive index within the first plane is preferably at the least about 0.03, or more preferably, at the least 0.05 or higher; and optical thickness of each layer may be 0.09 micrometer or 0.70 micrometer. According to one format, layers show a monotonous increase in thickness in accordance to the thickness of film to reflect wavelength of broad range to provide a polarizer. According to preferred format of this invention, first polymer substance shows positive stress optic coefficient while second polymer substance shows negative stress optic coefficient.

[0022]

As explained above, purpose of this invention is to offer birefringent interference polarizer and manufacturing method of the same by using established simultaneous extrusion technology to form to include nearly zero level of light absorption from the substances that are easily obtained, and to reflect lights of specific wavelength to polarize while transmitting the lights with other wavelength. Said and other purpose of this invention as well as its beneficial points will become clear from the detailed explanation given below and attached Figures as well as attached claims.

[0023]

This invention offers improved optical inference polarizer in a multiple layer film form and shows many desirable properties including a capability to fit the device to polarize selected wavelength of lights. Fundamental optical principle that is included in this invention relates to reflection of lights by thin film layers showing different refractive index. Said principle is dependent on not only thickness of individual layer but also, affect by substances on refractive index. For instance, please make reference to "Reflectivity of Iridescent Coextruded Multilayers Plastic Films" by Radford et al. 13 Polymer Engineering and Science 216 (1973).

[0024]

According to the reference, thin film is stated to refer to its thickness (d) being under about 0.5 micrometer or optical thickness (nd) (in the equation, n shows refractive index of substance)-being under about 0.7 micrometer (Vasicek, Optics of Thin Films (1960) page 100 and page 139).

[0025]

Interference film that depends on optic interference intensified by lights in order to form intense reflected lights of visible ray, UV ray, or infrared ray portion within electromagnetic spectrum is described in the related art. For instance, please make reference to US patent 3,711,176 publication by Alfrey, Jr et al. Said interference film works in accordance with the equation shown below.

[0026]

[EQUATION 1]

[0027]

$$\lambda_n = (2/m) (N_1 D_1 + N_2 D_2)$$

In the equation, λ_n shows reflected wavelength of nano meter unit, N_1 and N_2 show refractive index of alternate polymers, D_1 and D_2 show thickness of each polymer layer in nano meter unit; and m shows degree of reflection ($m=1,2,3,4,5$). This is the equation of lights that enter film surface perpendicularly. In the case of other incidental angle, equation is corrected by giving consideration on the angles as technically known already. This invention's polarizer can be operated against incidental lights of any angles. Solution of each equation determines wavelength from which intense reflection can be anticipated based on surrounding regions. Intensity of reflection is the function of [ratio f] shown below.

[0028]

[EQUATION 2]

$$f=N_1D_1/ N_1D_1+N_2D_2$$

[0029]

It is possible to exercise some dominant power against reflection intensity various higher reflection through appropriate selection of f ratio. For instance, primary visible light reflection of blue purple (about 0.38 μ wavelength) or red (about 0.68 μ wavelength) can be obtained by using layer with such optical thickness as 0.075 or 0.25 micrometer.

[0030]

However, lights that are reflected from interference film of thin layers described in the related art do not become polarized. Lights that reflect from this invention's alternate polymer layers are polarized through birefringence. As explained above, according to preferred format, this invention's birefringent interference polarizer includes multiple and alternately oriented layers of at the least first and second substances that include stress optic coefficient sufficiently different but each not being zero in order to form non-matching refractive index between first and second polymer substances within first plane that is different from the non-matching refractive index between first and second polymer substances within second plane that is perpendicular to the first plane. It is preferable when this non-matching refractive index is at the least about 0.03, or more preferably, at the least 0.05 or higher. This constitution provides a polarizer showing optical interference within first plane, for instance, within oriented plane, and optical interference that is close to zero within second plane that is perpendicular to said plane.

[0031]

It is preferable when optical thickness of each polymer layer is within a range of 0.09 to 0.70 micrometer. Regarding appropriate polymers that can be used for implementation of this invention, they include transparent thermoplastic polymers in general that shows stress optic coefficient that provides non-matching refractive index necessary within at the least one plane when said polymers are oriented.

Furthermore, it is preferable when polymers show properties fitted for simultaneous extrusion from the standpoint of processing.

[0032]

One example of pair of appropriate polymers includes polycarbonate and polystyrene. Syndiotactic polystyrene is considered as particularly appropriate. Although polycarbonate shows positive stress optic coefficient, polystyrene shows negative stress optic coefficient. Both show refractive index (at the time of no orientation) that is about 1.6. Regarding other general transparent thermoplastic polymers appropriate for use in this invention, it includes an elastomer described in the US patent 4,937,134 publication filed by the applicant of this invention that is titled as "Elastomeric Optical Interference Films" emitted [lights] on June 26, 1990 [note: although original document states elastomeric may be a misspell of elastomeric, and although it states as emitted [lights] on June 26, 1990, it maybe a misprint of published on June 26, 1990, translator's note].

[0033]

Furthermore, other polymers and copolymers such as copolymers (PCTG) of polyethylene 2,6 naphthalate, 1,4-cyclohexane dimethylene terephthalate, and copolymer of glutalic imide and methyl methacrylate (KAMAX resin that is commercialized by Rohm & Haas Co.) may be useful for implementation of this invention. In addition, it is all right to use compounds that can be mixed with polymers in order to adjust refractive index, stress optic coefficient, and glass transition temperature of the layers used within a polymer. Other typical thermoplastic resins that can be used to implement this invention include followings shown with representative refractive index though it should not be limited to these: perfluoro alkoxy resin (refractive index = 1.35), polytetrafluoro ethylene (1.35), ethylene fluoride-propylene copolymer (1.34), silicone resin (1.41), polyvinylidene fluoride (1.42), polychloro trifluoro ethylene (1.42), epoxy resin (1.45), poly(butyl acrylate) (1.46), poly(4-methyl pentene-1) (1.46), poly(vinyl acetate) (1.47), ethyl cellulose (1.47), polyformaldehyde (1.48), polyisobutyl methacrylate (1.48), polymethyl acrylate (1.48), polypropyl methacrylate (1.48), polyethylmethacrylate (1.48), polyether block amide (1.49), polymethyl methacrylate (1.49), cellulose acetate (1.49), cellulose propionate (1.49), cellulose acetate butylate (1.49), cellulose nitrate (1.49), polyvinyl butylal [transliteration] (1.49), polypropylene (1.49), polybutylene (1.50), ionomer resin such as SAARIN [transliteration] (trademark) (1.51), low density polyethylene (1.51), polyacrylonitrile (1.51), polyisobutylene (1.51), thermoplastic polyesters such as Ecdel (trade mark) (1.52), natural rubber (1.52), Perbunan (1.52), polybutadiene (1.52), Nylon (1.53), Polyacryl imide (1.53), poly(vinyl chloro acetate) (1.54), polyvinyl chloride (1.54), high density polyethylene (1.54), methyl methacrylate and styrene copolymer (1.54), acrylonitrile-butadiene-styrene transparent terpolymer (1.54), allyl diglycol resin (1.55), polyvinylidene chloride and polyvinyl chloride compound such as Saran resin (trademark) (1.55), polyalphanmethyl styrene (1.56), styrene-butadiene latex such as Dow 512-K (trademark) (1.56), polyurethane (1.56), neoprene (1.56), styrene and acrylonitrile copolymer such as Tyril resin (trademark) (1.57), styrene and butadiene copolymer (1.57), other thermoplastic polyesters such as polyethylene terephthalate and polyethylene terephthalate glycol (1.60), polyimide (1.61), polyvinylidene chloride

(1.61), polydichlorostyrene (1.62), polysulfone (1.63), polyether sulfone (1.65), and polyether imide (1.66).

[0034]

It is all right to use compounds that can be mixed with copolymers and said polymers for implementation of this invention. Said copolymers and compounds may be used to provide many various refractive index that can be matched to give optimum polarization effect. Furthermore, use of compounds that can be mixed with copolymers and polymers may be used to enhance process ability of alternate layers during simultaneous extrusion and orientation. In addition, copolymers and compounds that can be mixed may be used to enable an adjustment of stress optic coefficient and glass transition temperature of the polymers.

[0035]

The multiple layer birefringent interference polarization film of this invention can be most appropriately adjusted through use of multiple layer simultaneous extruder disclosed in the US patents 3,773,882 publication and 3,884,606 publication. Said device provides a method to adjust thermoplastic substances subjected to a multiple layer simultaneous extrusion to all substantially uniform layer thickness. It is preferable when series of means of multilayering disclosed in the US patent 3,759,647 publication are used.

[0036]

Feed block of simultaneous extruder receives flow of various thermoplastic polymer substances from a source such as hot plasticization extruder and the like. Rein-form substance flow is sent to mechanical manipulating section within a feed block. This section is useful in realignment of multiple layer flow having the number of layers necessary as the final main body. In some cases, this multiple layer flow may be put through another series of multi-layering means in order to further increase number of layers within final main body.

[0037]

Then, multi-layer flow is formed to maintain layer flow and is transported to extrusion die that is arranged. Said extruder is disclosed in the US patent 3,557,265 publication. Thus formed product is extruded to form multiple layer main body of which each layer is generally parallel to the main plane of adjacent layer.

[0038]

It is possible to change the structure of extrusion die, and it is also possible to set so the thickness and dimension of each layer is reduced. Precise thickness reduction of the layers sent from the mechanical orientation section, structure of die, and mechanical activity volume of the main body after extrusion is all factors that affect thickness of individual layer thickness within final main body.

[0039]

After simultaneous extrusion and multi-layering, multiple layer film thus given is drawn either single axially or biaxially at such temperature higher than the glass transition temperature of each polymer or lower than melt point of each polymer. Otherwise, it is possible to subject multiple layer film to a cold drawing and stretch at temperature that does not reach glass transition temperature of at the least one of the polymer in the film. This initiates orientation of polymers and results in formation of non-matching refractive index in at the least one plane of polarizer by difference in stress optic coefficient and/or refractive index among polymers.

[0040]

Through mutually intensifying optical interference based on non-matching refractive index in at the least one plane of the polarizer, polarization of selected wavelength within lights can be given. It is possible to form a polarizer that would polarize different wavelength as needed. Control over non-matching refractive index, relative layer thickness within a film, and orientation level triggered on the film determines which wavelength to be polarized. Similar to other interference film, wavelength of lights that is polarized also depend on the incidental angle of lights that enter polarizer surface.

[0041]

This invention's birefringent interference polarizer reflects and polarizes portion of lights that enter surface, and transmits remaining of such incidental lights. Lights are not substantially all absorbed by the polarizer. During processes, it is possible to control the thickness of alternate polymer layer so the polarizer would transmit only the wavelength of very narrow range while reflecting and polarizing wavelength of broad range. For instance, layer within multiple layer film may be arranged to initiate gradation of layer thickness by allowing layer thickness to monotonously increase by the film thickness. Through this, reflection performance of broad bandwidth may be provided to the polarizer. Said polarizer may be used as a band pass filter that transmits only the wavelength of very narrow range. On the other hand, it is possible to prepare a film that maintains transmissibility to remaining portion of incidental lights although it polarizes and reflects only within very narrow wavelength range. When incandescent light is used as a light source, this invention's polarizer reflects polarized lights of specified wavelength in one plane by the optical thickness of the layer, and remaining lights are transmitted.

[0042]

One final application of this invention's polarizer is attachment of wind-proofing glass to either airplanes or axels to which "head up" display is projected. The polarizer reduces glare components from airplanes or external axels, or reduces glare components from within airplane or axels themselves having the same angle as head up image that is projected. Use of this invention provides significant transmission of other incidental lights more so than expected as possible in the case when ordinary polarizer that absorbs at the least some incidental lights. The other application of this invention's polarizer is as a beam splitter.

[0043]

An example is explained below for purpose of understanding this invention better; and this is merely an example that explains this invention, and does not intend to limit its scope.

[0044]

EXAMPLE 1

A device disclosed in the US patents 3,773,882 publication and 3,759,647 publication was used to adjust a sheet of birefringent interference polarization film. Thickness of said sheet was about 0.008 cm (0.003 inch), and included a385 alternate layers (ABABAB) of polycarbonate (Calibre 300-15, trademark of Dow Chemical Company) and polystyrene (Styron 685D, trade mark of Dow Chemical Company).

[0045]

A specimen of said film showing 2.54 cm (1 inch) x 2.54 cm (1 inch) x 0.008 cm (0.003 inch) was post single axially drawn from initial length of 2.54 cm (1 inch) to 7.6 cm (3 inch) of final length at 160°C (temperature that is higher than glass transition temperature of both polymers) and 448 N/cm² (650 lb²/in²), and then, it was quenched with water to orient polymers. Thickness of final specimen was average of 0.004 cm (0.0015 inch), and minimum width of specimen was 1.27 cm (0.50 inch). [Note: although original document states minimum width of specimen, it may be a misprint of final width of specimen, translator's note]

[0046]

Regarding the conditions for post drawing, it was controlled so the average thickness of final layer would be 856.8 Angstrom in the case of polycarbonate layer and 873.1 Angstrom in the case of polystyrene layer. Thickness of these layers was calculated in such manner so the ratio f (explained previously) would be 0.5 on the polarized film that polarizes light ($\lambda=5500$ Angstrom) that is the intermediate light of visible spectrum.

[0047]

Both polymers showed measured value of refractive index in non-oriented state of about 1.6. However, when polycarbonate was measured, it showed positive stress optical coefficient of about +5,000 Brewster; and on the one hand, when polystyrene was measured, it showed negative stress optical coefficient of about -5,000 Brewster. In the case of post drawing, it was controlled so the non-matching refractive index of both polymers within the oriented plane would be 0.03.

[0048]

In order to attempt whether or not the film would work as a polarizer, two sheets of 385 layer film were laminated, and then, it was single axially drawn to orient polymers within a film. Reflective index was measured at set wavelength along the plane that is parallel to single axial drawing and the plane perpendicular of single axially drawn plane. As it may be noted from the graph shown in the Figure 1, difference in refractive index on the parallel plane and perpendicular plane over broad range of wavelength shows that the film works to polarize lights.

[0049]

Certain representative format and detailed parts are shown in order to specifically explain this invention, and it should be clear to person in this art that various changes in method and device disclosed in this specification are possible without escaping from the scope of this invention and attached claims.

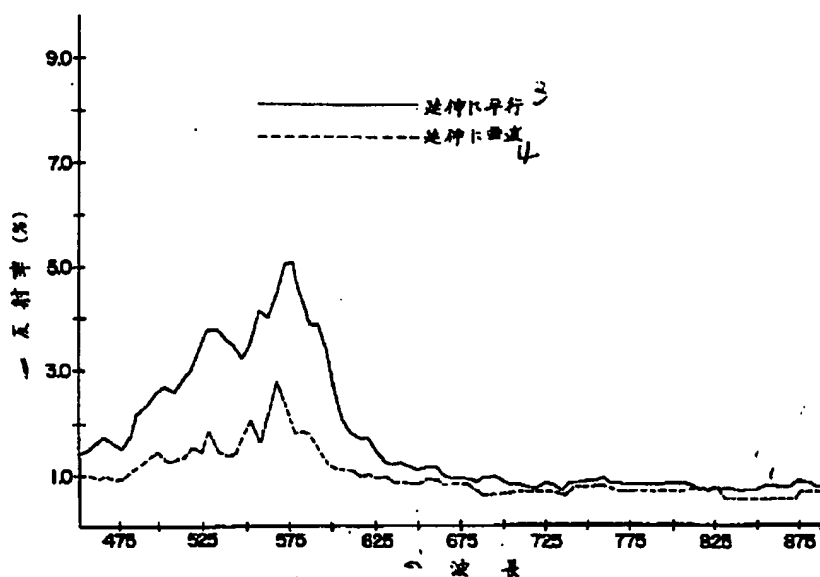
[BRIEF EXPLANATION OF THE FIGURES]

[FIGURE 1]

It illustrates a graph of wavelength of light vs. reflective index of multiple layer optic interference polarizer prepared by this invention.

Figure 1

1: reflective index (%), 2: wavelength, 3: parallel to drawing, 4: perpendicular to drawing



Translation by: Mie N. Arntson, 512-331-7167